

# 各種日常生活活動におけるエネルギー消費量の指標 としての心拍数の分類－男子学生－

渡邊令子, 林 恵子\*, 山田雅子\*\*

## Activity Index Determined by Heart Rate for Usual Activity Energy Expenditure in Healthy (free-living) Male Students

Reiko Watanabe, Keiko Hayashi\* and Masako Yamada\*\*

近年のわが国では急速な勢いで機械化, 省力化が進み, 日常生活における身体活動量の減少が, 肥満や生活習慣病などをもち, 高齢化が進展する社会状況下にあつて, 予防医学および臨床医学的な観点から重大な問題となっている。それゆえ, 健康者の日常生活における身体活動量, すなわちエネルギー消費量を把握する必要性が, 健康づくりやスポーツ分野など各種の領域で生じてきており, 簡便でかつ精度の高い方法が望まれている。ヒトのエネルギー消費量の測定に関しては, 高精度に測定可能な方法 (whole-body calorimeter 法, doubly-labelled water 法など) 1, 2, 3) も知られている。しかしながら, いずれも日常生活におけるさまざまな活動に伴うエネルギー消費量の把握に一般的に適用するには, 被験者の拘束や, 多額の費用や高度な専門的技術が要求されるため, 日常的に多数を対象とする場合は不可能と思われる。一方, 従来から一般的に用いられている生活時間調査法は非常に手間がかかるうえに, 精度の面では方法論的に限界がある。

1980年代に入り, 携帯用モニターによる心拍数 (heart rate, 以下HRと略す)の連続記録が可能になってから, 活動時においては, HRと酸素消費量との間に高い正相関が成立することに基づいて, 24hのHRの連続記録から1日のエネルギー消費量の予測法が検討されてきた4, 5, 6)。著者らは, 健康者の日常生活におけるエネルギー消費量を推定するための簡便で, より高精度の方法をめざして, 24h heart rate ratio (24h-HRR) 法7)の方法論的解析を試み検討を重ねて

きたプロセスで, 本法の基準値として睡眠時HR (睡眠時約6時間のHRの平均値, sleeping heart rate, 以下SHRと略す)の利点が大きいことを明らかにした8, 9)。睡眠時間は, 年齢, 性別, 職業などを問わず, 1日の約30%を締めており, そのSHRは, 個人差はかなりあるものの個人の日変動は,  $3.5 \pm 1.7$  beats/minと小さい。睡眠時のエネルギー消費量と基礎代謝量との関係については, 既にFAO/WHO/UNU (1985)の勧告で, 「等しい」10)としており, その後, その仮説の妥当性について検証した報告11)もみられる。

そこで, 日常生活の中でなされているさまざまな行動・動作時の平均HRを性別, 年齢別にSHRを基準にして把握・分類することにより, 各種活動のエネルギー消費量の新たなめやすが得られるのでないかと考えて, 検討を続けてきた。本報では, 健康な男子学生を対象として, 日常生活活動のHRの解析を試みた結果について報告する。

### 実験方法

#### 1. 対象

被験者は, 新潟市内の大学, および大学院に在籍する, とくに身体的鍛錬をしていない健康な男子学生21名 (19～23歳)である。

なお, 本研究は, 世界医師総会において承認されたヘルシンキ宣言 (1964承認, 1975修正)の精神に則って実施し, 目的と方法を口頭, および文書によって十分に説明し, 同意を得られた者を対象とした。

## 2. 測定期間

1995年10月から1996年4月までの日曜日、および祝日を除いた平日を原則として実測日とした。

## 3. 身体計測

各被験者の身長、体重を計測して、それより体格指数 (body mass index: BMI,  $\text{kg}/\text{m}^2$ , 以下BMI) を算出した。また、栄養式皮下脂肪計を用いて上腕三頭筋部と背部 (肩胛骨下端部) の皮下脂肪厚 (skinfold thickness: SFT, mm, 以下SFT) も実測した。

## 4. 24時間HRの実測と各種日常生活活動における平均HR, 活動指数 (activity index)

携帯用心拍記録装置 (Memory Mac, ヴァイン社, 東京) を用いて各被験者ごとに24hのHRを1分間単位で連続記録させて、これを解読装置 (Mac Reader-

232, ヴァイン社, 東京) によってコンピュータに入力させた。このデータを基にして24hのトレンドグラフと1440個のHRを生活時間調査結果と照合させて、1日の生活の中のさまざまな活動や動作の行われている時間とその平均HRを計算した。さらに、それらの活動・動作の平均HRを睡眠時の平均HRで除した数値を活動指数 (activity index, 以下AIと略す) として表した。

5. 24h-HRR法による1日のエネルギー消費量の測定  
既報<sup>9)</sup>に準じて、携帯用心拍記録装置に連続記録させたデータから、橋本ら<sup>7)</sup>による演算プログラムによって、1日の総エネルギー消費量の予測値を計算した。24h-HRRの数式における安静時HRは、著者らが検討した結果であるトレンドグラフから判別した睡眠時約6時間のHRの平均値に1.2を乗じた値を適用した。

| 氏名                 |                                       | 生年月日 |                               |
|--------------------|---------------------------------------|------|-------------------------------|
| 年齢                 | 性別                                    | 職種   |                               |
| 身長                 | cm                                    | 体重   | kg                            |
| H. 8年4月8日(月)~9日(火) |                                       |      |                               |
| 12                 | 車の運転                                  | 6    | パソコンを使う (座位)                  |
| 12                 | 身の回りの用事                               | 12   | 寝る前に雑談                        |
| 12                 | 昼食 (座位)                               | 6    | 睡眠                            |
| 3                  | スポーツ<br>・フットボール<br>・バレーボール<br>・ドッジボール | 9    | ビールを飲む                        |
| 4                  | パソコンで<br>グラフ作成 (座位)                   | 10   | 下給生し寮に<br>ついて話し合う (座位)<br>ヲ熱語 |
| 5                  | "                                     | 11   | 寝る前の<br>身仕度                   |
| 7                  | 布団の中                                  | 7    | みもした。                         |
| 10                 | (座位) 作業②                              | 4    | ん                             |
| 11                 | (座位) 作業③                              | 5    | 一晩中目覚めず                       |
| 11                 | こを暑い21                                | 11   | (座位)                          |

～「生活時間調査表」記入上の注意～

- \* 食事中にテレビを見たり、ラジオを聴いたりしている場合は、食事に入れてください。
- \* 電車、バス等の交通機関を利用した場合は、座位あるいは立位を明記してください。なお、乗車途中で席があいて座った場合には、立位と座位それぞれについて、おおよその時間を記入してください。
- \* 夕食時に飲食をした場合は、夕食 (数食) と記入してください。喫煙の場合にも、同様に願います。例) 昼食 (喫煙)
- \* スポーツをした場合は、具体的な種目名も記入してください。例) 16:00~18:00 テニス / 6:00から6:30 体操など
- \* アルバイトをしていた時間については、その仕事内容をさしつかえない範囲で、具体的に記入してください。例) 立位作業 [レジ、炊事など] ( ) 分、座ったままの事務作業 ( ) 分、重いものを持つなどの力仕事 ( ) 分
- \* テレビをみたり、新聞などを読んでいる時の姿勢を記入してください。例) 読書 (寝ころぶ)

図1 生活時間調査表

表1 被験者の身体的特徴

| 被験者<br>(No.) | 年齢<br>(歳) | 身長<br>(cm) | 体重<br>(kg) | BMI *<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | SFT **<br>(mm) |
|--------------|-----------|------------|------------|-------------------------------|----------------|
| 1            | 22        | 170        | 58.0       | 20.1                          | 22.0           |
| 2            | 22        | 180        | 70.0       | 21.6                          | 28.0           |
| 3            | 21        | 164        | 58.0       | 21.6                          | 41.0           |
| 4            | 20        | 175        | 75.0       | 24.5                          | 41.0           |
| 5            | 19        | 178        | 65.0       | 20.5                          | 18.0           |
| 6            | 22        | 174        | 55.0       | 18.2                          | 23.0           |
| 7            | 21        | 170        | 57.0       | 19.7                          | 25.0           |
| 8            | 22        | 170        | 60.0       | 20.7                          | 21.0           |
| 9            | 21        | 175        | 63.0       | 20.6                          | 28.0           |
| 10           | 23        | 173        | 55.0       | 18.4                          | 20.0           |
| 11           | 21        | 174        | 74.0       | 24.4                          | 38.0           |
| 12           | 21        | 169        | 55.0       | 19.3                          | 22.0           |
| 13           | 21        | 178        | 58.0       | 18.3                          | 15.0           |
| 14           | 23        | 170        | 60.0       | 20.8                          | 28.5           |
| 15           | 22        | 173        | 70.0       | 23.4                          | 32.0           |
| 16           | 22        | 174        | 58.0       | 19.2                          | 25.0           |
| 17           | 23        | 178        | 55.4       | 17.3                          | 21.0           |
| 18           | 23        | 162        | 66.6       | 25.5                          | 39.0           |
| 19           | 23        | 166        | 52.6       | 19.2                          | 28.5           |
| 20           | 23        | 168        | 59.0       | 20.9                          | 24.0           |
| 21           | 22        | 173        | 56.2       | 18.7                          | 24.0           |
| 平均値±SD       | 21.8±1.1  | 172±5      | 61.0±6.4   | 20.6±2.2                      | 26.9±7.3       |

\* Body mass index (体格指数). \*\* Skinfold thickness (皮下脂肪厚: 上腕三頭筋部+背部).

## 6. 生活時間の記録

携帯用心拍記録装置の作動開始と同時に、生活時間調査票に記載の要領を記入例を基に十分に説明したうえで、各被験者から24hの行動を記録してもらった。なお、調査表回収時に不明の点についてはできるだけ詳細に説明してもらって付記した(図1)。

## 結果および考察

### 1. 対象者の身体的概要

各被験者の身体的特徴を表1に示した。身長172.1±4.6cm, 体重61.0±6.4kg, BMI 20.6±2.2, SFT 26.9±7.3mmであった。平均値としては、平均年齢21.8±1.1歳、すなわち22歳男子の2000(平成12)年の体位推計基準値(身長171.7cm, 体重63.6kg, BMI 21.6)<sup>12)</sup>や、最新のデータとして第六次改定日本人の栄養所要量<sup>13)</sup>の体位基準値として採用された1997(平成9)年の国民栄養調査結果(身長171.1±5.7cm, 体重62.5±9.9kg, BMI 21.3)<sup>14)</sup>に比べて、多少やせ型ではあるが近似した数値を示し、本研究の目的に合致した

対象といえる。従って、SFTも平均値としては、わが国では、正常域とされる数値であった。

### 2. 1日のHRと総エネルギー消費量

日常生活におけるさまざまな活動・動作時のHRについて解析するための基礎データである1日のHRの概要と、そのデータに基づいて24h-HRR改良法<sup>9)</sup>によって推定された各被験者の1日のエネルギー消費量を表2に示した。総HRは107,791±8,915 beats/day, 1日の平均HRは74.9±6.2 beats/min, そして1日の中での最大HRはスポーツなどの活動時の136.3±20.2 beats/min, 最小値は睡眠時における47.9±4.7 beats/minであった。また、1日の総エネルギー消費量については、各被験者の体位や測定日の活動状況により、2,488 kcal/dayから4,465 kcal/dayとかなり幅がみられたが、平均値では、3,069±477 kcal/dayであった。この値は、第五次改定日本人の栄養所要量の年齢別・性別エネルギー所要量によれば、20~29歳男子の生活活動強度Ⅲ(やや重い)の3,050 kcal/day, 2000(平成12)年4月から5年間使用される第六次日本人

表2 1日の心拍数の概要と総エネルギー消費量

| 被験者<br>(No.) | 総心拍数<br>(beats/day) | 心拍数 (beats/min) |        |            | エネルギー消費量*<br>(kcal) |
|--------------|---------------------|-----------------|--------|------------|---------------------|
|              |                     | 最大値             | 最小値    | 平均値        |                     |
| 1            | 100,963             | 138             | 47     | 70.1       | 2,733               |
| 2            | 76,893              | 98              | 35     | 53.4       | 3,186               |
| 3            | 112,074             | 147             | 48     | 77.8       | 3,286               |
| 4            | 105,112             | 125             | 40     | 73.0       | 4,465               |
| 5            | 99,824              | 141             | 48     | 69.3       | 2,937               |
| 6            | 116,166             | 140             | 45     | 80.7       | 3,327               |
| 7            | 103,952             | 138             | 47     | 72.2       | 2,841               |
| 8            | 104,538             | 103             | 53     | 72.6       | 2,488               |
| 9            | 110,893             | 122             | 52     | 77.0       | 2,793               |
| 10           | 117,474             | 123             | 52     | 81.6       | 2,686               |
| 11           | 115,449             | 152             | 54     | 80.2       | 3,719               |
| 12           | 112,534             | 110             | 53     | 78.1       | 2,844               |
| 13           | 108,753             | 185             | 49     | 75.5       | 2,959               |
| 14           | 103,734             | 138             | 49     | 72.0       | 2,538               |
| 15           | 115,731             | 144             | 54     | 80.4       | 2,818               |
| 16           | 111,107             | 164             | 51     | 77.2       | 3,008               |
| 17           | 112,437             | 136             | 46     | 78.1       | 3,189               |
| 18           | 103,212             | 122             | 41     | 71.7       | 3,958               |
| 19           | 118,874             | 164             | 49     | 82.6       | 3,278               |
| 20           | 111,445             | 125             | 46     | 77.4       | 2,709               |
| 21           | 102,442             | 147             | 46     | 71.1       | 2,685               |
| 平均値±SD       | 107,791 ± 8,915     | 136 ± 20        | 48 ± 5 | 74.9 ± 6.2 | 3,069 ± 477         |

\*24h-HRR 法の改良法<sup>9)</sup> による推測値である。

の栄養所要量の生活活動強度別エネルギー所要量の生活活動強度Ⅳ（高い）の2,950 kcal/dayに相当する高値である<sup>12, 13)</sup>。この要因として、エネルギー消費量測定の方法論についての議論は別の機会に譲るとしても、被験者の平均年齢は21.8±1.1歳であること、21名のうち理工系学部（13名）で研究室に所属して屋外作業を含む立位作業の多い卒業研究などに従事する4年生が多かったことなどが考えられる。

### 3. 日常生活活動の種類と消費時間

日常生活活動の分類に関しては、総務庁統計局の社会生活基本調査票（1986）や、NHKの1990年度国民生活時間調査<sup>15)</sup>などの生活行動の分類を参考にして検討した。調査票に記入された具体的な行動を、まず「生活必需行動」、「社会生活行動」、「自由時間行動」、および「その他の行動」に4分類した。「生活必需行動」としては、睡眠、食事（朝食、昼食、夕食、間食）、身のまわりの用事（洗顔、トイレ、入浴、着替え、身辺整理などがあげられるが、携帯用心拍記録装置を装着中で電極がはずれるなどのトラブルを避けるため、入浴は除外した）という項目に分けた。「社会生活行

動」としては、移動（通学や、キャンパス内での移動、また買い物などのための移動も含める）、学業、家事を柱にして、各々についてさらに具体的な行動をあげた。移動では、歩行、駆け足、自転車、車の運転、および乗車（立位、座位）の5項目を設定した。なお、徒歩、および駆け足については階段昇降を含み、乗車は公的交通機関の利用や被験者以外の人の運転する車に乗る場合とした。学業は、講義、実験・実習（立位、座位）、そして自主学習に分け、実験・実習（立位）には屋外での作業も含めた。家事としては、炊事、掃除、洗濯、布団の上げ下ろし、および買い物の5項目とした。さらに、「自由時間行動」としては、TV・新聞・読書（座位、寝ころぶ）、談話（立位、座位）、休養（立位、座位、横になる）、趣味、スポーツ、アルバイトの6項目とした。なお、休養（横になる）は、覚醒状態でも布団の中で横になっている状態を含むものとした。以上の項目に該当しないと思われる行動はすべて「その他の行動」とした。趣味、スポーツ、アルバイト、その他の項目については、差し支えない限りその内容を明記してもらうようにして、例数は少なくても具体的内容の明らかな行動に関しては集計し

た。社会生活行動、自由時間行動については、行動の内容を検討していくと明確に行動の項目分けをすることが難しい点も出てくるが、本研究の目的より、生活活動の種類項目分けについては、可能な限り詳細に把握することに努めた。このようにして把握した対象の男子学生の1日の各種活動の平均消費時間を図2に示した。

生活活動を消費時間からみると、「生活必需行動」に要した時間は、平均9時間44分(約40%)であり、そのうち睡眠は平均7時間41分(約32%)、身のまわりの用事は平均1時間3分、食事は平均1時間であっ

た。しかし、睡眠時間は最小5時間から10時間以上の者まで、学生ゆえの自由度のある生活のためか、個人差は大きかった。一方、「社会生活行動」の学業に費やした時間は平均4時間30分(約19%)であったが、文系学部の場合は平均3時間7分(約13%)、理工系学部の場合はその1.7倍の平均5時間21分(約22%)と顕著な差がみられた。

#### 4. 活動・動作別平均HRとAI

生活活動の項目ごとに求めた各活動・動作別平均HRを図3に示した。睡眠は、24時間連続記録された

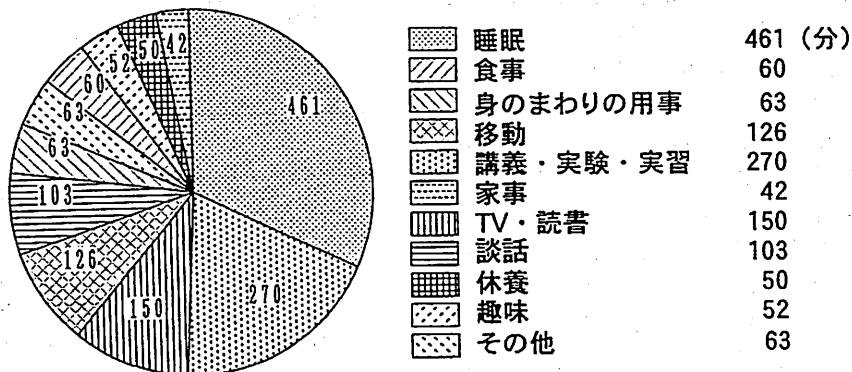


図2 男子学生の1日の生活活動の平均消費時間

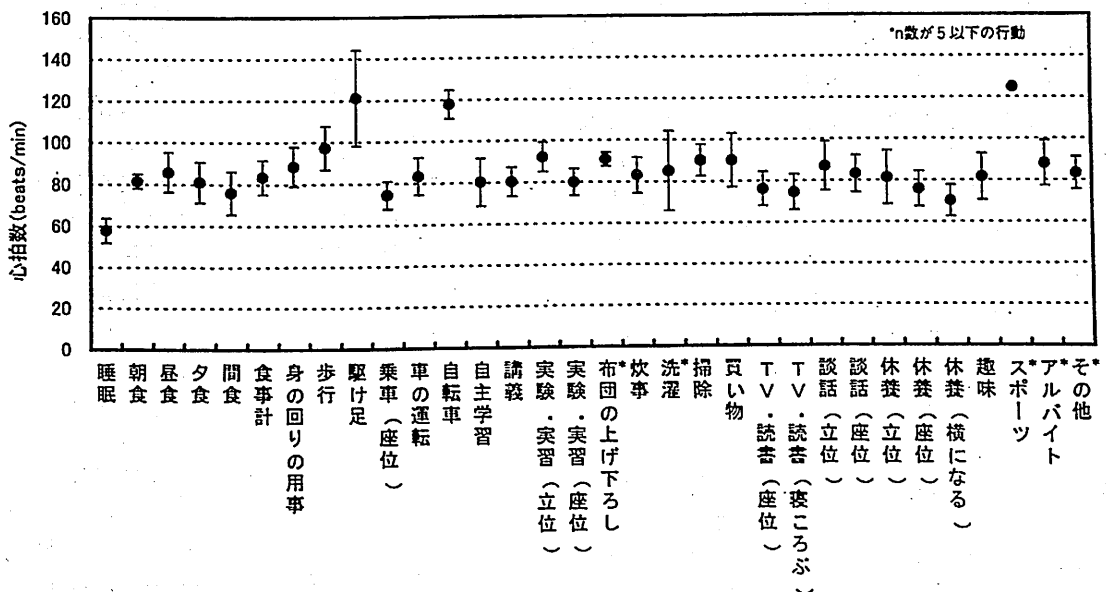


図3 各種日常生活活動の平均心拍数

HRのトレンドグラフより明確に判別できるように、平均HR、 $57.8 \pm 5.9$  beats/minで、覚醒時の中で平均HRが最低の行動である休養（横になる）に比べて12.4 beats/minも低値であった。食事の平均HRは、朝食  $81.6 \pm 3.4$  beats/min、昼食  $86.0 \pm 9.6$  beats/min、夕食  $81.1 \pm 9.8$  beats/minで、間食を含めた「食べる」という行動を総括した「食事計」として  $83.4 \pm 9.5$  beats/minであった。なお、被験者の男子学生は、朝食を欠食する傾向が多くみられ、朝食摂食者は9名であった。また、移動時における平均HRは、乗車（座位） $74.6 \pm 6.6$  beats/min、車の運転  $83.5 \pm 9.0$  beats/min、徒歩  $97.4 \pm 10.3$  beats/min、自転車  $117.7 \pm 7.0$  beats/minで、動作が活発になるに従って約10～20 beats/minずつHRの増加がみられた。全体的にみると、休養（横になる）、TV・読書（寝ころぶ）の行動は両者とも仰臥の姿勢であり、平均HRは70.2～74.6 beats/minで約4 beats/minの範囲にあった。座位作業に包括される食事、乗車（座位）、車の運転、自主学習、講義、実験・実習（座位）、TV・読書（座位）、談話（座位）、休養（座位）、趣味の項目は、平均HRとして74.6～86.0 beats/minで約11 beats/minの範囲に集約された。さらに、立位の動作である身のまわりの用事、歩行、実験・実習（立位）、炊事、掃除、買い物、談話（立位）は、平均HRの最低値が $83.2 \pm 8.6$  beats/minであり、歩行でも $97.4 \pm 10.3$  beats/minと100.0 beats/min以下であった。平均HRが100.0 beats/minを越える行動は、自転車、移動時の駆け足、およびスポーツ（キャッチボール、ドッジボール、バレーボール）であった。従って、男子学生の日常の生活活動は、仰臥の姿勢の平均HRは70.0～75.0 beats/min、座位作業の行動の平均HRは75.0～86.0 beats/min、座位と立位の両動作のある行動では平均HR80.0～92.0 beats/min、そして、立位の行動の平均HRは83.0～97.0 beats/minで、自転車やスポーツなどを除けば、HRの変動範囲は、70.0～97.0 beats/minの約27beats/minに包括されることが明らかになった。本結果は、既に解析した女子学生の場合と同様の傾向<sup>16)</sup>にあった。

つぎに、活動・動作別にAIを算出して、表3にまとめた。AIというエネルギー消費量の新たなめやすは、生体情報の一つであるHRを用いてエネルギー消費量を予測する24h-HRR法における基準値について検討してきたプロセスで、SHRと睡眠時のエネルギー代謝、そして基礎代謝との密接な関連性が示唆された

こと<sup>9)</sup>から、SHRを基準値として著者が考案して試算したものである。表3では、AIの小さな活動から大きな活動へと順に整理した。仰臥の姿勢は1.25以下、立位の行動は1.50以上、2.00以上は自転車、駆け足、スポーツと活動の強度により、明確に分けられた。従って、活動指数AIは、日常生活活動のエネルギー消費量のめやすとして有用性の高いものと考えられる。

基礎代謝の概念に関しては、わが国でも漸くFAO/WHO/UNU (1985) の勧告や実態を考慮して、第六次改定日本人の栄養所要量のエネルギー摂取基準の策定に当たり検討がなされ、暫定的ではあるが定義

表3 各種日常生活活動の睡眠時心拍数を基準とした活動指数 (AI)

| 活動の種類      | 活動指数<br>(平均値±SD) |
|------------|------------------|
| 睡眠*        | 1.00             |
| 休養（横になる）   | 1.20 ± 0.10      |
| TV・読書（寝転ぶ） | 1.25 ± 0.13      |
| 乗車（座位）     | 1.28 ± 0.12      |
| 休養（座位）     | 1.30 ± 0.16      |
| 間食         | 1.32 ± 0.14      |
| TV・読書（座位）  | 1.34 ± 0.10      |
| 朝食         | 1.36 ± 0.10      |
| 休養（立位）     | 1.37 ± 0.33      |
| 講義         | 1.38 ± 0.14      |
| 実験・実習（座位）  | 1.38 ± 0.15      |
| 趣味         | 1.40 ± 0.26      |
| 自主学習       | 1.42 ± 0.20      |
| 夕食         | 1.44 ± 0.15      |
| 食事計        | 1.45 ± 0.14      |
| その他**      | 1.45 ± 0.15      |
| 談話（座位）     | 1.46 ± 0.17      |
| 炊事         | 1.49 ± 0.14      |
| 昼食         | 1.49 ± 0.15      |
| 車の運転       | 1.49 ± 0.15      |
| 洗濯**       | 1.53 ± 0.10      |
| 談話（立位）     | 1.53 ± 0.20      |
| 身のまわりの用事   | 1.54 ± 0.16      |
| 買い物        | 1.57 ± 0.20      |
| 掃除         | 1.58 ± 0.12      |
| アルバイト**    | 1.59 ± 0.24      |
| 実験・実習（立位）  | 1.64 ± 0.16      |
| 布団の上げ下ろし** | 1.69 ± 0.14      |
| 徒歩         | 1.69 ± 0.22      |
| 自転車        | 2.00 ± 0.22      |
| 駆け足        | 2.20 ± 0.27      |
| スポーツ**     | 2.27 ± 0.02      |

\*睡眠時の平均心拍数は  $57.8 \pm 5.9$  beats/min.  
活動指数 (activity index : AI) は被験者毎の各活動・動作の平均心拍数を睡眠時平均心拍数で除した値の平均値である。

\*\*n数が5以下の行動。

づけがなされた<sup>13)</sup>。そして、基礎代謝状態は実態的には睡眠中にみられるものであるとしている。さらに、その説明の中で、基礎代謝を「生きていくために必要な最低のエネルギー代謝状態といいながら、正常な生活活動の一部である睡眠中のエネルギー代謝量は、基礎代謝をさらに10%下回るとみなすという矛盾をおかしてきた。」と記している。同時に、今年(1999)度まで、わが国だけ用いてきたエネルギー代謝率(relative metabolic rate, RMR)に基づくエネルギー所要量算定方式は見直しがされて、1日の基礎代謝量に対する生活活動強度の倍率で示すことにされた。

このような背景の中で、今後さらにデータの蓄積を重ねた上での解析が必要であるが、本研究の結果より24hのHRという個人の生体情報から、睡眠時間だけを除いた覚醒時間のHRの平均値をSHRで除すことにより、生活時間調査をしなくても携帯用心拍記録装置の装着のみで容易に1日の活動の強度を的確に把握することが可能であると考えられる。従って、レスピロモニターや簡易熱量計によって、個々人の安静時、あるいは仰臥時のエネルギー消費量を実測して、それより基礎代謝量の推定値が得られれば、従来の生活時間調査法に比べて高精度に個人レベルでの1日のエネルギー消費量の推定が可能になることも示唆された。

## 要 約

日常生活におけるさまざまな活動の平均心拍数(以下HR)を24hのHRを連続記録した実測値から睡眠時の平均HR(以下SHR)を基準にして分類することにより、各種活動のエネルギー消費量の新しいめやすが得られるのではないかと考え、健康な男子学生(19~23歳, 21名)を対象に検討して、次のような結果が得られた。

1) 総HRは $107,791 \pm 8,915$  beats/day, 1日の平均HRは $74.9 \pm 6.2$  beats/minであり、日常生活活動におけるHRは、仰臥の姿勢で70.0~75.0 beats/min, 座位作業の行動は75.0~86.0 beats/min, 座位と立位の両動作のある行動では80.0~92.0 beats/min, そして、立位の行動では83.0~97.0 beats/minで、自転車やスポーツなどを除けば、HRの変動範囲は、70.0~97.0 beats/minの約27 beats/minに包括された。

2) 各種活動・動作の平均HRをSHRで除した活動指数(以下AI)は、仰臥の姿勢は1.25以下、立位の活動は1.50以上、2.00以上は自転車、駆け足、スポーツ

と活動の強度により明確に分けられ、各種日常生活活動のエネルギー消費量のめやすとして有用性が高いことが示唆された。

以上のことから、睡眠時間だけを除いた覚醒時間のHRの平均値をSHRで除すことにより、携帯用心拍記録装置の装着のみで容易に個々人の1日の活動の強度を的確に把握することが可能であり、さらに1日のエネルギー消費量の推定にも有用であると考えられる。

本研究を遂行するに当たり、快く協力して頂きました新潟大学の学生の皆様方に心より深謝申し上げます。

## 文 献

- 1) Dauncy, M.J. and James, W.P.T.: *Br. J. Nutr.*, **42**, 1 (1979)
- 2) Prentice, A.M., Coward, W.A., Murgatroyd, P.R., Davies, H.R., Cole, T.J., Sawyer, M., Goldberg, G.R., Halliday, D. and McNamara, J.P.: In *Substrate and Energy Metabolism in Man* (Galloway, G.S. and Halliday, D., ed.) A18 (1985), John Libbey (London)
- 3) Schoeller, D.A. and Webb, P.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **40**, 153 (1984)
- 4) Spurr, G.B., Prentice, A.M., Murgatroyd, P.R., Goldberg, G.R., Reina, J.C. and Christman, N.T.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **48**, 552 (1988)
- 5) Ceesay, S.M., Prentice, A.M., Day, K.C., Murgatroyd, P.R., Goldberg, G.R., Scott, W. and Spurr, G.B.: *Br. J. Nutr.*, **61**, 175 (1989)
- 6) Livingstone, M.B.E., Coward, W.A., Prentice, A.M., Davies, P.S.W., Strain, J.J., McKenna, P.G., Mahoney, C.A., White, J.A., Stewart, C.M. and Kerr, M.J.J.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **56**, 343 (1992)
- 7) Hashimoto, I., Aoki, J., Shindo, M., Kobayashi, K., Sato, T. and Kobayashi, S.: *Prevention of Cardiovascular Diseases; An Approach to Active Long life* (Yamori, Y. and Lenfant, C., ed.), 151 (1987), Elsevier (Stockholm)
- 8) 山田雅子, 渡邊令子, 今泉優子: 日本栄養・食糧学会誌, **42**, 319 (1989)
- 9) 渡邊令子, 山田雅子: 日本栄養・食糧学会誌, **48**, 95 (1995)

- 10) FAO/WHO/UNU: WHO Tech. Rep. Series No. 724 (1985), WHO (Geneva)
- 11) Goldberg, G.R., Prentice, A.M., Davies, H.L. and Murgatroyd, P.R.: *Eur. J. Nutr.*, 42, 137 (1988)
- 12) 厚生省保健医療局健康増進栄養課 (監修): 第五次改定日本人の栄養所要量 (1994), 第一出版 (東京)
- 13) 健康・栄養情報研究会 (編): 第六次改定日本人の栄養所要量 - 食事摂取基準 - (1999), 第一出版 (東京)
- 14) 厚生省保健医療局地域保険・健康増進栄養課生活習慣病対策室 (監修): 国民栄養の現状, 平成9年国民栄養調査結果 (1999), 第一出版 (東京)
- 15) NHK放送文化研究所 (編): 1990年度国民生活時間調査 (1991), 日本放送出版協会 (東京)
- 16) 渡邊令子: 平成5, 6年度文部省科学研究費補助金研究成果報告書 (1996)